

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)(51) Internationale Patentklassifikation⁶ :

G05B 19/042

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/44396

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum:

8. Oktober 1998 (08.10.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00822

(22) Internationales Anmeldedatum: 20. März 1998 (20.03.98)

(30) Prioritätsdaten:

197 13 643.5

2. April 1997 (02.04.97)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,
D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MÜLLER, Jürgen [DE/DE];
Altwasser 13, D-90607 Rückersdorf (DE).(81) Bestimmungsstaaten: CN, CZ, HU, ID, JP, KR, PL, SG, US,
europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB,
GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

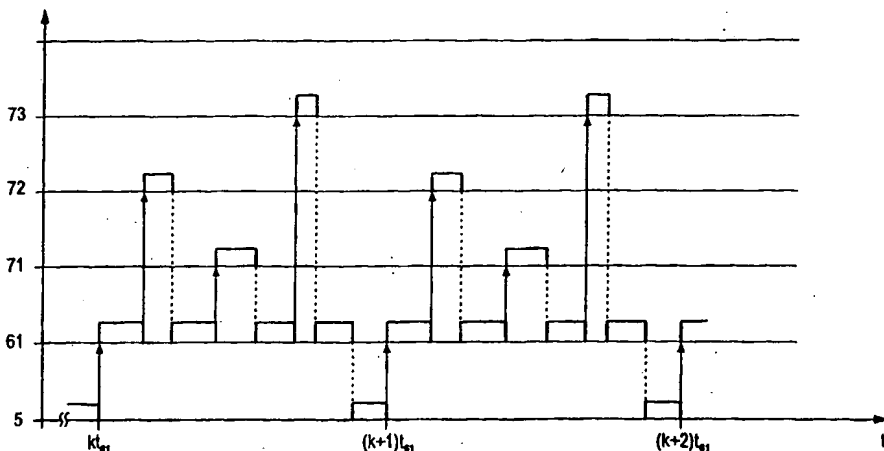
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen
eintreffen.

(54) Title: PROGRAMMABLE CONTROL SYSTEM

(54) Bezeichnung: FREIPROGRAMMIERBARE STEUERUNG

(57) Abstract

According to the invention, it is possible to relieve the software designer of complex organisational tasks during the design of software when functional tasks are called, by which means control functions are implemented for example, no longer by way of a central task such as the scheduler of a real time operation system, but by means of respective user-editable tasks in which measured values provided by the functional tasks are processed. Since the sampling time, for example of a control algorithm, is no longer a constant for the resulting non-equidistant functional calls, the respective sampling time must be transmitted to the respective algorithms of the functional task as a parameter. Sampling time is particularly easy to determine if the functional tasks determine a time value with each call and calculate the sampling time themselves from the difference between the current time value and the previous time value. A time value can also be determined particularly easily if a time index register is requested. This time register is incremented with every call by a time index task which is called cyclically by the central task.



(57) Zusammenfassung

Wenn der Aufruf von Funktionstasks, mit denen z.B. Regelungsfunktionen implementiert sind, nicht mehr durch eine zentrale Task, also z.B. den Scheduler eines Realzeitbetriebssystems, sondern stattdessen durch die jeweiligen benutzereditierbaren Tasks, in denen die von den Funktionstasks gelieferten Meßwerte verarbeitet werden, erfolgt, ist der Softwareersteller von komplexen Organisationsaufgaben bei der Softwareerstellung entlastet. Da bei den sich ergebenden nicht äquidistanten Aufrufen der Funktionstasks die Abtastzeit z.B. eines Regelungsalgorithmus keine Konstante mehr ist, muß die jeweils gültige Abtastzeit den jeweiligen Algorithmen der Funktionstasks als Parameter übergeben werden. Die Abtastzeit kann jedoch besonders einfach ermittelt werden, wenn die Funktionstasks bei jedem Aufruf einen Zeitwert ermitteln und aus der Differenz zwischen aktuellem und vorhergehenden Zeitwert die Abtastzeit selbst bestimmen. Die Ermittlung eines Zeitwertes wiederum ist besonders einfach möglich, wenn dazu ein Zeitindexregister abgefragt wird, das von einer durch die zentrale Task zyklisch aufgerufenen Zeitindextask bei jedem Aufruf inkrementiert wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Freiprogrammierbare Steuerung

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine freiprogrammierbare Steuerung zur Steuerung und/oder Überwachung eines technischen Prozesses, die zur Ausführung mindestens einer benutzereditierbaren Task vorgesehen ist.
- 10 Eine derartige freiprogrammierbare Steuerung ist beispielsweise die Zentraleinheit einer speicherprogrammierbaren Steuerung, die zur Steuerung und/oder Überwachung eines zu automatisierenden technischen Prozesses mindestens eine benutzereditierbare Task ausführt.
- 15 Zur Steuerung und/oder Überwachung eines technischen Prozesses sind häufig Regelungsfunktionen ausführbar. Derartige Regelungsfunktionen stehen dem Anwender der freiprogrammierbaren Steuerung z.B. in einer Bibliothek zur Verfügung. Einfache
- 20 Regelungsfunktionen sind z.B. Regelungsfunktionen mit dem sogenannten P-Algorithmus, wobei die Regelungsfunktion einen Regler mit Proportionalcharakter nachbildet, mit dem sogenannten PI-Algorithmus, wobei die Regelungsfunktion einen Regler mit Proportional-Integral-Charakter nachbildet oder
- 25 mit dem sogenannten PID-Algorithmus, wobei die Regelungsfunktion einen Regler mit Proportional-Integral-Differential-Charakter nachbildet.
- 30 Der Einsatz derartiger Regelungsfunktionen ist allgemein üblich, so daß sie häufig in Form von Bibliotheken zur Verfügung stehen. Der Benutzer verwendet die Regelungsfunktion und gibt je nach Anwendungsfall lediglich die Parameter, z.B. den Proportionalitätsfaktor oder die Vorhaltezeit vor.

Ein auf diese Weise in einer freiprogrammierbaren Steuerung realisierter Regler ist stets ein zeitdiskret arbeitender Abtastregler. Der jeweilige Regelungsalgorithmus ist auf diese Tatsache abgestellt. Ein Abtastregler wird in einem festgelegten Abtastintervall betrieben, wobei der Regler jeweils zu den Abtastzeitpunkten aktiviert wird. Im Falle eines softwaremäßig realisierten Abtastreglers wird dabei der Regelalgorithmus zu den jeweiligen Abtastzeitpunkten aktiviert, d.h. aufgerufen.

Dazu können die Regelalgorithmen in Form von separat aufrufbaren Teil- oder Unterprogrammen in einer Bibliothek bereit gehalten werden oder vom Anwender entsprechend den jeweiligen Erfordernissen programmiert werden. Der einzelne Algorithmus steht dem Gesamtprogramm dann als separat aufrufbares Unterprogramm zur Verfügung und wird wie ein Baustein in das Gesamtprogramm integriert. Ein solcher separat aufrufbarer Baustein, der eine vorgebbare Funktionalität implementiert, wird im folgenden auch als Funktionstask bezeichnet.

In Prozeßsteuerungsgeräten der eingangs beschriebenen Art ist üblicherweise eine zentrale Task vorgesehen, die durch Ausführung entsprechender Steueranweisungen das zyklische Aufrufen z.B. der oben beschriebenen Regelungsalgorithmen gewährleistet. Damit ist z.B., je nach Rechenleistung des Prozeßsteuerungsgerätes, ein zyklischer Aufruf eines bestimmten Regelungsalgorithmus in einem 200 ms-Takt möglich. Diese Zykluszeit entspricht der Abtastzeit und geht als Parameter in den jeweiligen Regelungsalgorithmus ein.

Bei der Erstellung von regelungstechnischen Anwenderprogrammen in freiprogrammierbaren Steuerungen müssen bei Verwendung z.B. der oben beschriebenen Regelungsfunktionen, aber auch zur Verwendung von Filtern, Sollwertgebern, Integrierern,

Differenzierern u.s.w. diese in einer definierten zeitlichen Abfolge aufgerufen werden.

5 Zur Realisierung dieses Aufrufkonzeptes muß häufig eine Zeittaktverwaltung zur gleichmäßigen Zykluszeitauslastung der Steuerung programmiert werden. Dies bedeutet für den Anwender, den Softwareersteller, neben einem erheblichen Arbeitszeitaufwand auch, daß er die Abtastzeiten jeder Funktionstask bestimmen muß, daß er jeder zyklischen Funktionstask der oben
10 beschriebenen Art die Abtastzeit übergeben muß, da diese als Parameter in die jeweiligen Berechnungen einfließt, und daß er sich darüber hinaus um die Zeittaktverwaltung per Programm kümmern muß.

15 Dies erfordert vom Anwender viel regelungstechnisches Verständnis, das im traditionellen Steuerungsbau oft nicht vorhanden ist bzw. insbesondere bei langsamen Vorgängen, z.B. Temperaturregelungen, ohnehin einen unnötigen Programmier- und Inbetriebnahmeaufwand bedeutet.

20 Außerdem besteht die Gefahr, daß eine unsachgemäße Zeittaktverwaltung einen Fehlerzustand der freiprogrammierbaren Steuerung hervorruft, der auch noch nach der Inbetriebnahme auftreten kann, da es sich um überlagernde asynchrone Vorgänge mit nicht zu vernachlässigenden Zykluszeitbelastungen handelt, die kaum im Vorfeld zu kalkulieren sind.
25

Der vorliegenden Erfindung liegt damit die Aufgabe zugrunde, eine freiprogrammierbare Steuerung anzugeben, bei der ein
30 oder mehrere Funktionstasks im zyklischen Teil der benutzereдитierbaren Task aufrufbar sind und die zur Berechnung der mathematischen oder logischen Funktion, die dem Algorithmus der jeweiligen Funktionstask zugrundeliegt, notwendige Abtastzeit in jeder einzelnen Funktionstask ermittelbar ist und

damit als Parameter für die logische Funktion zur Verfügung steht.

Diese Aufgabe wird durch eine freiprogrammierbare Steuerung zur Steuerung und/oder Überwachung eines technischen Prozesses gelöst, die zur Ausführung mindestens einer benutzereditierbaren Task vorgesehen ist, insbesondere eine Zentraleinheit einer speicherprogrammierbaren Steuerung,

- wobei durch die benutzereditierbare Task mindestens eine Funktionstask aufrufbar ist,
- wobei die Funktionstask
 - zur Aufnahme mindestens eines Meßwertes aus dem technischen Prozeß und
 - zur Ermittlung mindestens eines meßwertbezogenen Datums gemäß einer vorgebbaren, durch mindestens einen Parameter bestimmten mathematischen oder logischen Funktion vorgesehen ist,
- wobei das meßwertbezogene Datum beim Aufruf der Funktionstask ermittelbar ist,
- wobei durch die Funktionstask der Zeitpunkt des Aufrufs ermittelbar ist,
- wobei eine Zeitdifferenz zwischen aktuellem Aufruf und einem vorhergehenden Aufruf ermittelbar ist,
- wobei die Zeitdifferenz ein Parameter der mathematischen oder logischen Funktion ist.

Wenn die Zeitdifferenz zwischen aktuellem Aufruf und einem vorhergehenden Aufruf durch die Funktionstask selbst ermittelbar ist, ist es nicht erforderlich, der Funktionstask diese Zeitdifferenz als Parameter zu übergeben. Dies führt zu einer Rechenzeitentlastung der freiprogrammierbaren Steuerung und insbesondere zu einer Entlastung des Stacks, auf dem die Daten während der Parameterübergabe zwischengespeichert werden.

Bei freiprogrammierbaren Steuerungen, die zur Steuerung und/oder Überwachung eines technischen Prozesses mindestens eine benutzereditierbare Task ausführen, ist üblicherweise eine sogenannte Realzeitausführung vorgesehen, das heißt, innerhalb gewisser Grenzen wird durch das Betriebssystem oder eine der benutzereditierbaren Task unterlagerte Task sichergestellt, daß Aktionen zu bestimmten, vorgebbaren Zeitpunkten initiiert werden. Im vorliegenden Fall ist die im folgenden als zentrale Task bezeichnete Task zum Beispiel die vorstehend beschriebene, der benutzereditierbaren Task unterlagerte Task oder eine Task, die durch das spezielle Betriebssystem aufgerufen wird.

Wenn die benutzereditierbare Task durch diese zentrale Task steuerbar ist, ist es z.B. möglich, die benutzereditierbare Task zyklisch innerhalb fester Zeitintervalle aufzurufen. Wenn aus einer derart gesteuerten benutzereditierbaren Task die vorstehend beschriebenen Funktionstasks aufgerufen werden, ist durch das festgelegte Aufrufraster der benutzereditierbaren Task auch ein in gewissen Grenzen festgelegtes Aufrufraster der Funktionstask gewährleistet, so daß sich damit in etwa wieder die Verhältnisse einstellen, die bereits beim Aufruf der Funktionstask durch die zentrale Task gemäß dem Stand der Technik bestehen, bei jedoch deutlich verringertem Programmier- und Planungsaufwand sowie reduzierter Rechenzeitbelastung der freiprogrammierbaren Steuerung.

Wenn neben der benutzereditierbaren Task mindestens eine Zeitindextask vorgesehen ist, wobei die Zeitindextask durch die zentrale Task aufrufbar ist und wobei die Zeitindextask bei jedem Aufruf den Inhalt eines Zeitindexregisters inkrementiert, kann mit dem Inhalt des Zeitindexregisters eine gemeinsame Zeitbasis für sämtliche Funktionstasks zur Verfügung gestellt werden.

Die Zeitindextask wird zu vorgebbaren Zeitpunkten von der zentralen Task aufgerufen, wobei die Zeitindextask bei jedem Aufruf zumindest den Inhalt eines Zeitindexregisters inkrementiert. Die Aufrufzeitpunkte der Zeitindextask richten sich nach der kleinsten sogenannten Streckenzeitkonstante des zu steuernden und/oder überwachenden technischen Prozesses. Der Abstand zwischen zwei Aufrufzeitpunkten der Zeitindextask wird daher üblicherweise kleiner als die kleinste Streckenzeitkonstante des technischen Prozesses gewählt werden.

Der Abstand zwischen zwei Aufrufzeitpunkten der Zeitindextask muß wiederum so groß gewählt werden, daß die Zeitspanne zwischen einem ersten Überlaufen des Zeitindexregisters und einem zweiten Überlaufen des Zeitindexregisters größer, insbesondere deutlich größer, als die größte erfaßte Streckenzeitkonstante ist.

Wenn die Zeitindextask den Inhalt des Zeitindexregisters bei jedem Aufruf inkrementiert, ergibt sich bei einem über der Zeit aufgetragenen Inhalt des Zeitindexregisters eine Sägezahnfunktion, da unmittelbar nach einem Registerüberlauf der Registerinhalt zu Null wird und folglich daraufhin wieder von Null ausgehend inkrementiert wird. Das Zeitindexregister ist ein sogenanntes globales Register, so daß der Inhalt des Zeitindexregisters sowohl vom Gesamtprogramm als auch von sämtlichen Unterprogrammen, insbesondere von den Funktionstasks, die von der freiprogrammierbaren Steuerung ausgeführt werden, ermittelbar ist.

Wenn die Zeitindextask in einem vorgebbaren, äquidistanten Zeitraster durch die zentrale Task aufrufbar ist, ergibt sich aufgrund des Inhalts des Zeitindexregisters eine lineare Zeitbasis für das Gesamtprogramm, die aufrufbaren Unterprogramme, insbesondere die Funktionstasks.

Wenn die Funktionstask zur Ermittlung ihres Aufrufzeitpunktes den Inhalt des Zeitindexregisters ermittelt, ergibt sich eine besonders einfache Ermittlung des Aufrufzeitpunktes, der zudem, wie oben beschrieben, auf die gemeinsame Zeitbasis des Gesamtprogramms, der aufrufbaren Unterprogramme, insbesondere der Funktionstask, bezogen ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Aufruf einer Funktionstask in einer frei programmierbaren Steuerung, insbesondere einer Zentraleinheit einer speicherprogrammierbaren Steuerung zur Steuerung und/oder Überwachung eines technischen Prozesses, die zur Ausführung mindestens einer benutzereditierbaren Task vorgesehen ist, anzugeben, mit dem die Funktionstasks im zyklischen Teil der benutzereditierbaren Task aufgerufen werden und bei dem die zur Berechnung der mathematischen oder logischen Funktion, die dem Algorithmus der jeweiligen Funktionstask zugrunde liegt, notwendige Abtastzeit in jeder einzelnen Funktionstask ermittelt wird und damit als Parameter für die logische Funktion zur Verfügung steht.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Aufruf einer Funktionstask in einer freiprogrammierbaren Steuerung, insbesondere einer Zentraleinheit einer speicherprogrammierbaren Steuerung, zur Steuerung und/oder Überwachung eines technischen Prozesses, die zur Ausführung mindestens einer benutzereditierbaren Task vorgesehen ist, dadurch gelöst,

- daß die Funktionstask durch die benutzereditierbare Task aufgerufen wird,
- daß die Funktionstask
 - zur Aufnahme mindestens eines Meßwertes aus dem technischen Prozeß und
 - zur Ermittlung mindestens eines meßwertbezogenen Datums gemäß einer vorgebbaren, durch mindestens einen Parameter bestimmten mathematischen oder logischen Funktion

vorgesehen ist,

- daß das meßwertbezogene Datum beim Aufruf der Funktionstask ermittelt wird,
- daß durch die Funktionstask der Zeitpunkt des Aufrufs er-
- 5 mittelt wird,
- daß eine Zeitdifferenz zwischen aktuellem Aufruf und einem vorhergehenden Aufruf ermittelt wird,
- daß die Zeitdifferenz ein Parameter der mathematischen oder
- 10 logischen Funktion ist.

Weitere Vorteile und erfinderische Einzelheiten ergeben sich anhand der Figuren in Verbindung mit den Unteransprüchen. Im einzelnen zeigen:

- 15 Figur 1 und 3 ein Zeitdiagramm,
- Figur 2 und 4 eine Aufrufhierarchie,
- Figur 5 einen Funktionsverlauf

Figur 1 zeigt ein Zeitdiagramm für eine benutzereditierbare Task 11, die von einer zentralen Task 1 aufgerufen wird, wobei die zentrale Task 1 ferner die Funktionstask 21, 22 und 23 zu vorgebbaren Zeitpunkten aufruft und dazu die Ausführung der benutzereditierbaren Task 11 unterbricht.

- 25 Gemäß Figur 1 wird zum Zeitpunkt kt_{11} die benutzereditierbare Task 11 durch die zentrale Task 1 aufgerufen. Zum Zeitpunkt kt_{21} unterbricht die zentrale Task 1 die benutzereditierbare Task 11, um die Funktionstask 22 aufzurufen. Nach Beendigung der Funktionstask 22 wird die Kontrolle kurzfristig an die
- 30 zentrale Task 1 zurückgegeben, die aufgrund der ihr zur Verfügung stehenden Daten und Parameter ermittelt, daß die benutzereditierbare Task 1 noch lauffähig ist und entsprechend die benutzereditierbare Task 11 erneut aktiviert.

Zum Zeitpunkt kt_{21} wird die benutzereditierbare Task 11 erneut von der zentralen Task 1 unterbrochen, um eine Ausführung der Funktionstask 21 zu ermöglichen. Nach Beendigung der Funktionstask 21 wird die Kontrolle erneut kurzfristig an die zentrale Task 1 zurückgegeben, die wiederum feststellt, daß die benutzereditierbare Task 11 noch lauffähig ist und entsprechend die benutzereditierbare Task 11 erneut aktiviert.

Zum Zeitpunkt kt_{23} unterbricht die zentrale Task 1 die benutzereditierbare Task 11 abermals, um die Funktionstask 23 aufzurufen. Nach Beendigung der Funktionstask 23 geht die Kontrolle kurzfristig wieder an die zentrale Task 1 zurück, die ermittelt, daß die benutzereditierbare Task 11 noch lauffähig ist und daher entsprechend die benutzereditierbare Task 11 erneut aktiviert.

Zum Zeitpunkt $(k + 1)t_{22}$ wird die benutzereditierbare Task 11 erneut von der zentralen Task 1 unterbrochen, um die Funktionstask 22 erneut aufzurufen. Nach Beendigung der erneuten Ausführung der Funktionstask 22 gibt die zentrale Task 1 kurzfristig die Kontrolle nochmals an die benutzereditierbare Task 11 ab, die noch stets lauffähig ist.

Nach Beendigung der benutzereditierbaren Task 11 geht die Kontrolle an die zentrale Task 1 zurück, die zum Zeitpunkt $(k + 1)t_{11}$ die benutzereditierbare Task 11 erneut startet.

Zum Zeitpunkt $(k + 1)t_{22}$ unterbricht die zentrale Task 1 die erneute Ausführung der benutzereditierbaren Task 11, um die Funktionstask 21 erneut zu starten. Nach Beendigung der Funktionstask 21 reaktiviert die zentrale Task 1 erneut die unterbrochene benutzereditierbare Task 11. Nach diesem Schema wird beim im Stand der Technik bekannten Aufrufverfahren eine benutzereditierbare Task 11 zur Ausführung von Funktionstasks

21, 22, 23 jeweils zu deren Ausführungszeitpunkten
 $(k + x)t_{21}$, $(k + x)t_{22}$, $(k + x)t_{23}$ unterbrochen.

Wichtig ist, festzustellen, daß die Ausführung der Funkti-
onstasks 21, 22, 23 asynchron zur Ausführung der benutzereditierbaren Task 11 erfolgt. Dies ist durch die Tatsache be-
dingt, daß sämtliche Tasks, also sowohl die benutzereditierbare Task 11 als auch die Funktionstask 21, 22, 23 durch die zentrale Task 1 aufgerufen werden.

Dieses Abhängigkeitsverhältnis stellt Figur 2 nochmals exemplarisch dar. Die zentrale Task 1 ruft zu vorgebbaren Zeitpunkten $(k + x)t_{11}$ bzw. $(k + x)t_{12}$ die benutzereditierbaren Tasks 11 bzw. 12 auf. Unabhängig vom Aufruf dieser benutzereditierbaren Tasks 11, 12 steuert die zentrale Task 1 auch den Aufruf der Funktionstasks 21, 22, 23 zu den jeweiligen Aufrufzeitpunkten $(k + x)t_{21}$, $(k + x)t_{22}$ bzw. $(k + x)t_{23}$.

Demgegenüber erfolgt gemäß der Erfindung der Aufruf der Funktionstasks 71, 72, 73 durch die benutzereditierbare Task 61. Die sich damit ergebenden Zusammenhänge sind in einem Zeitdiagramm in Figur 3 dargestellt.

Die zentrale Task 5 ruft die benutzereditierbare Task zum Aufrufzeitpunkt kt_{61} auf. Die Funktionstasks 71, 72, 73 werden unmittelbar aus der benutzereditierbaren Task c1 aufgerufen. Die Aufrufzeitpunkte $(k + x)t_{71}$, $(k + x)t_{72}$, $(k + x)t_{73}$ ergeben sich damit aus der Position der jeweiligen Aufrufanweisungen innerhalb der Steueranweisungen der benutzereditierbaren Task 61. Es ist damit also möglich, die Funktionstasks 71, 72, 73 innerhalb der benutzereditierbaren Task genau dann aufzurufen, wenn das von den jeweiligen Funktionstasks 71, 72, 73 gelieferte meßwertbezogene Datum D71, D72, D73 unmittelbar benötigt wird.

Die sich damit ergebenden einfacheren Aufrufverhältnisse sind in Figur 4 nochmals dargestellt. Die zentrale Task 5 ruft die benutzereditierbaren Tasks 61, 62 zu den jeweiligen Aufrufzeitpunkten $(k + x)t_{61}$ bzw. $(k + x)t_{62}$ auf. Innerhalb der
5 Steueranweisungen dieser Funktionstasks finden sich jetzt Aufrufbefehle, die die Funktionstasks 71, 72, 73 aufrufen. Exemplarisch ist in Figur 4 der Fall dargestellt, daß die benutzereditierbare Task 61 die Funktionstask 71 und 72 aufruft, die benutzereditierbare Task 62 hingegen die Funkti-
10 onstask 73 aufruft. Vom exemplarischen Beispiel abweichende Konstellationen sind selbstverständlich denkbar.

Während beim Zeitdiagramm gemäß Figur 1 der Abstand zwischen den jeweiligen Aufrufen einer Funktionstask 21, 22, 23 stets
15 gleich bleibt, mithin die Funktionstasks 21, 22, 23 stets in äquidistanten Zeitintervallen aufgerufen werden, ist dies für den Aufruf der Funktionstasks 71, 72, 73 gemäß der vorliegenden Erfindung nicht garantierbar.

20 Wie beschrieben, erfolgt gemäß der Erfindung der Aufruf der Funktionstask 71, 72, 73 durch entsprechende Anweisung der jeweiligen benutzereditierbaren Task 61, 62. Das heißt, die Aufrufzeitpunkte der Funktionstask 71, 72, 73 hängen von der Rechenzeit, die zur Bearbeitung und Ausführung der in der be-
25 nutzereditierbaren Task 61, 62 enthaltenen Steueranweisungen benötigt werden, ab.

Wird beispielsweise vor dem Aufruf der Funktionstask 73 durch die benutzereditierbare Task 61 eine Iteration mit variabler
30 Iterationstiefe durchgeführt, kann die Iterationstiefe bei einem ersten Aufruf der benutzereditierbaren Task 61 geringer sein als bei einem zweiten Aufruf der benutzereditierbaren Task 61, sich mithin also auch der Aufrufzeitpunkt der Funktionstask 72 beim zweiten Aufruf der benutzereditierbaren

Task 61 durch die aufgrund der Erhöhung der Iterationstiefe erhöhte Rechenzeit nach hinten verlagern.

Die jeweiligen Funktionstasks 71, 72, 73 werden also beim
5 Aufruf gemäß der Erfindung nicht in äquidistanten Zeitinter-
vallen aufgerufen. Wenn von den Funktionstasks 71, 72, 73,
wie vorstehend beschrieben, ein Regelungsalgorithmus durchge-
führt wird, in den Meßwerte M71, M72, M73, die von einem zu
steuernden und/oder zu überwachenden technischen Prozeß TP
10 geliefert werden, eingehen, ist auch der Abstand zwischen den
jeweiligen Aufrufen der Funktionstasks ein variabler Parame-
ter des Regelungsalgorithmus, der die jeweilige Abtastzeit be-
schreibt.

15 Zur Ermittlung der variierenden Abtastzeiten ist es möglich,
einen Parameter als Maß für den aktuellen Stand der Sy-
stemuhrzeit zu ermitteln.

Wird dieser Parameter innerhalb der Funktionstask 71, 72, 73
20 zwischengespeichert, so kann beim nächsten Aufruf der Funkti-
onstask 71, 72, 73 anhand der Differenz zwischen diesem zwi-
schengespeicherten Wert und dem neu übergebenen Parameter die
aktuelle Abtastzeit übermittelt werden.

25 Ebenso ist es denkbar, daß die Funktionstask 71, 72, 73 um
Anweisungen ergänzt werden, mit denen der aktuelle Zustand
der Systemuhrzeit ermittelt wird. Auch in diesem Falle wird
der jeweils aktuell ermittelte Zeitwert innerhalb der Funkti-
onstask zwischengespeichert, um beim nächsten Aufruf der
30 Funktionstask 71, 72, 73 anhand dieses zwischengespeicherten
Wertes die Zeitdifferenz ermitteln zu können.

Häufig ist es jedoch (rechenzeit-)aufwendig, aus zwei Zeitin-
formationen, die z.B. die Tageszeit in Stunden, Minuten und
35 Sekunden angeben, eine Zeitdifferenz zu ermitteln. Zu diesem

Zweck könnten z.B. die beiden Tageszeiten auf Sekunden umgerechnet werden, wofür jedoch diverse Multiplikationen und Additionen erforderlich wären. Dies verbraucht Rechenzeit, die besser den jeweiligen Applikationen, z.B. der benutzereditierbaren Task 61, 62 oder den Funktionstasks 71, 72, 73 zur Verfügung gestellt werden kann.

Daher ist es z.B. vorteilhaft, gemäß der Erfindung ein Zeitindexregister T51 vorzusehen, dessen Inhalt eine Zeitinformation repräsentiert.

Zu diesem Zweck ist gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß die zentrale Task 5 in äquidistanten Abständen eine Zeitindextask 51 aufruft, wobei die Zeitindextask 51 bei jedem Aufruf den Inhalt eines Zeitindexregisters T51 inkrementiert. Der Inhalt des Zeitindexregisters T51 ist für die Funktionstask 71, 72, 73 ermittelbar und kann so zur Bestimmung der jeweiligen Abtastzeit herangezogen werden.

Beispielsweise ermittelt die Funktionstask 72 bei einem Aufruf den Inhalt des Zeitindexregisters T51 und speichert den Wert. Beim nächsten Aufruf der Funktionstask 72 ermittelt die Funktionstask 72 erneut den Inhalt des Zeitindexregisters T51 und kann anhand der Differenz zwischen dem aktuellen Inhalt des Zeitindexregisters T51 und dem gespeicherten Wert, der den Inhalt des Zeitindexregisters T51 beim vorigen Aufruf der Funktionstasks 72 repräsentiert, ein Maß für die Zeitspanne zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Aufrufen, mithin also die Abtastzeit ermitteln.

Wenn das Zeitindexregister T51 z.B. ein 16 Bit breites Register ist, ist der größte Wert, der im Zeitindexregister speicherbar ist, der Wert 65535. Ist im Zeitindexregister T51 bereits diese maximal mögliche Wert gespeichert, so führt ein

nochmaliges Inkrementieren des Inhalts des Zeitindexregisters T51 zu einem sogenannten Registerüberlauf. Für den Inhalt des Zeitindexregisters T51 bedeutet dies ein Rücksetzen auf den Wert Null. Ausgehend von diesem Wert Null kann bei folgenden

5 Aufrufen der Zeitindextask 51 der Inhalt des Zeitindexregisters T51 erneut inkrementiert werden, bis zum folgenden Registerüberlauf. Über der Zeit aufgetragen ergibt sich damit für den Inhalt des Zeitindexregisters T51 eine Sägezahnfunktion, wie in Figur 5 dargestellt.

10

Wenn während zweier aufeinanderfolgender Aufrufe einer Funktionstask 71, 72, 73 noch kein Registerüberlauf des Zeitindexregisters T51 stattgefunden hat, ist der Inhalt des Zeitindexregisters beim aktuellen Aufruf der jeweiligen Funktions-

15 task 71, 72, 73 größer als beim jeweils vorhergehenden Aufruf. Das Maß für die Zeitdifferenz berechnet sich mithin durch einfache Subtraktion des in der Funktionstask 71, 72, 73 jeweils zwischengespeicherten Werts, der den Inhalt des Zeitindexregisters T51 zum vorhergehenden Aufrufzeitpunkt re-

20 präsentiert, vom Inhalt des Zeitindexregisters T51 zum aktuellen Aufrufzeitpunkt.

20

Findet dagegen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Aufrufen einer Funktionstask 71, 72, 73 ein Überlauf des Zeitindexregisters T51 statt, so ist der Wert des Zeitindexregisters T51 zum aktuellen Aufrufzeitpunkt kleiner als der Inhalt des Zeitindexregisters T51 zum vorhergehenden Aufrufzeitpunkt. Vor der Ermittlung der Abtastzeit in der jeweiligen Funktionstask

25 71, 72, 73 wird also ermittelt, ob diese Konstellation vorliegt, d.h., ob der Inhalt des Zeitindexregisters T51 zum aktuellen Aufrufzeitpunkt kleiner als der zwischengespeicherte Wert ist. Ist dies der Fall, so wird zum aktuellen Inhalt des Zeitindexregisters T51 der größte Wert, der im Zeitindexregister T51 speicherbar ist, hinzuaddiert; in diesem Falle also

30 65535. Für die graphische Darstellung gemäß Figur 5 bedeutet

35

dies veranschaulicht, daß zwei Dreiecke des Sägezahns einfach so verschoben werden, daß sich eine lineare, nicht unterbrochene Steigung ergibt. Mit einem auf diese Weise korrigierten Inhalt des Zeitindexregisters T51 ist in bekannter Weise

5 durch Subtraktion die Abtastzeit ermittelbar.

Abschließend läßt sich die vorliegende Erfindung wie folgt kurz darstellen:

10 Wenn der Aufruf von Funktionstasks, mit denen z.B. Regelungsfunktionen implementiert sind, nicht mehr durch eine zentrale Task, also z.B. den Scheduler eines Realzeitbetriebssystems, sondern stattdessen durch die jeweiligen benutzerdefinierbaren Tasks, in denen die von den Funktionstasks gelieferten Meß-

15 werte verarbeitet werden, erfolgt, ist der Softwareersteller von komplexen Organisationsaufgaben bei der Softwareerstellung entlastet. Da bei den sich ergebenden nicht äquidistanten Aufrufen der Funktionstasks die Abtastzeit z.B. eines Regelungsalgorithmus keine Konstante mehr ist, muß die jeweils

20 gültige Abtastzeit den jeweiligen Algorithmen der Funktionstasks als Parameter übergeben werden. Die Abtastzeit kann jedoch besonders einfach ermittelt werden, wenn die Funktionstasks bei jedem Aufruf einen Zeitwert ermitteln und aus der Differenz zwischen aktuellem und vorhergehenden Zeitwert

25 die Abtastzeit selbst bestimmen. Die Ermittlung eines Zeitwertes wiederum ist besonders einfach möglich, wenn dazu ein Zeitindexregister abgefragt wird, das von einer durch die zentrale Task zyklisch aufgerufenen Zeitindextask bei jedem Aufruf inkrementiert wird.

30

Patentansprüche

1. Freiprogrammierbare Steuerung zur Steuerung und/oder Überwachung eines technischen Prozesses (TP), die zur Ausführung mindestens einer benutzereditierbaren Task (61, 62) vorgesehen ist, insbesondere Zentraleinheit einer speicherprogrammierbaren Steuerung,
- wobei durch die benutzereditierbare Task (61, 62) mindestens eine Funktionstask (71, 72, 73) aufrufbar ist,
 - wobei die Funktionstask (71, 72, 73)
 - zur Aufnahme mindestens eines Meßwertes (M71, M72, M73) aus dem technischen Prozeß (TP) und
 - zur Ermittlung mindestens eines meßwertbezogenen Datums (D71, D72, D73) gemäß einer vorgebbaren, durch mindestens einen Parameter bestimmten mathematischen oder logischen Funktion vorgesehen ist,
 - wobei das meßwertbezogene Datum (D71, D72, D73) beim Aufruf (A71, A72, A73) der Funktionstask (71, 72, 73) ermittelbar ist,
 - wobei durch die Funktionstask (71, 72, 73) der Zeitpunkt (T_A) des Aufrufs (A71, A72, A73) ermittelbar ist,
 - wobei eine Zeitdifferenz (T_A) zwischen aktuellem Aufruf (A71, A72, A73) und einem vorhergehenden Aufruf ermittelbar ist,
 - wobei die Zeitdifferenz (T_A) ein Parameter der mathematischen oder logischen Funktion ist.
2. Freiprogrammierbare Steuerung nach Anspruch 1, da - durch gekennzeichnet, daß die Zeitdifferenz (T_A) zwischen aktuellem Aufruf (A71, A72, A73) und einem vorhergehenden Aufruf durch die Funktionstask (71, 72, 73) ermittelbar ist.

3. Freiprogrammierbare Steuerung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausführung der benutzereeditierbaren Task (61, 62) durch eine zentrale Task (5) steuerbar ist.

4. Freiprogrammierbare Steuerung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß neben der benutzereeditierbaren Task (61, 62) mindestens eine Zeitindextask (51) vorgesehen ist, wobei die Zeitindextask (51) durch die zentrale Task (5) aufrufbar ist und wobei die Zeitindextask (51) bei jedem Aufruf den Inhalt eines Zeitindexregisters (T51) inkrementiert.

5. Freiprogrammierbare Steuerung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitindextask (51) in einem vorgebbaren, äquidistanten Zeitraster durch die zentrale Task (5) aufrufbar ist.

6. Freiprogrammierbare Steuerung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionstask (71, 72, 73) zur Ermittlung ihres Aufrufzeitpunktes (T_A) den Inhalt des Zeitindexregisters (T_{51}) ermittelt.

7. Verfahren zum Aufruf einer Funktionstask in einer freiprogrammierbaren Steuerung, insbesondere einer Zentraleinheit einer speicherprogrammierbaren Steuerung, zur Steuerung und/oder Überwachung eines technischen Prozesses (TP), die zur Ausführung mindestens einer benutzereeditierbaren Task (61, 62) vorgesehen ist,

- wobei die Funktionstask (71, 72, 73) durch die benutzereeditierbare Task (61, 62) aufgerufen wird,
- wobei die Funktionstask (71, 72, 73)
 - zur Aufnahme mindestens eines Meßwertes (M71, M72, M73) aus dem technischen Prozeß (TP) und

- zur Ermittlung mindestens eines meßwertbezogenen Datums (D71, D72, D73) gemäß einer vorgebbaren, durch mindestens einen Parameter bestimmten mathematischen oder logischen Funktion
- 5 vorgesehen ist,
- wobei das meßwertbezogene Datum (D71, D72, D73) beim Aufruf (A71, A72, A73) der Funktionstask (71, 72, 73) ermittelt wird,
 - wobei durch die Funktionstask (71, 72, 73) der Zeitpunkt (T_A) des Aufrufs (A71, A72, A73) ermittelt wird,
 - 10 - wobei eine Zeitdifferenz (T_A) zwischen aktuellem Aufruf (A71, A72, A73) und einem vorhergehenden Aufruf ermittelt wird,
 - wobei die Zeitdifferenz (T_A) ein Parameter der mathematischen oder logischen Funktion ist.
- 15
8. Verfahren nach Anspruch 7, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Zeitdifferenz (T_A)
zwischen aktuellem Aufruf (A71, A72, A73) und einem vor-
hergehenden Aufruf durch die Funktionstask (71, 72, 73)
20 ermittelt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Ausführung der
benutzereditierbaren Task (61, 62) durch eine zentrale
Task (5) gesteuert wird.
- 25
10. Verfahren nach Anspruch 9, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß neben der benutzeredi-
tierbaren Task (61, 62) eine Zeitindextask (51) vorgese-
hen ist, wobei die Zeitindextask (51) durch die zentrale
Task (5) aufgerufen wird und wobei die Zeitindextask (51)
30 bei jedem Aufruf den Inhalt eines Zeitindexregisters
(T51) inkrementiert.

11. Verfahren nach Anspruch 10, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Zeitindextask (51)
in einem vorgebbaren, äquidistanten Zeitraster durch die
zentrale Task (5) aufgerufen wird.

5

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Funktionstask
(71, 72, 73) zur Ermittlung ihres Aufrufzeitpunktes (T_A)
den Inhalt des Zeitindexregisters (T51) ermittelt.

10

1/4

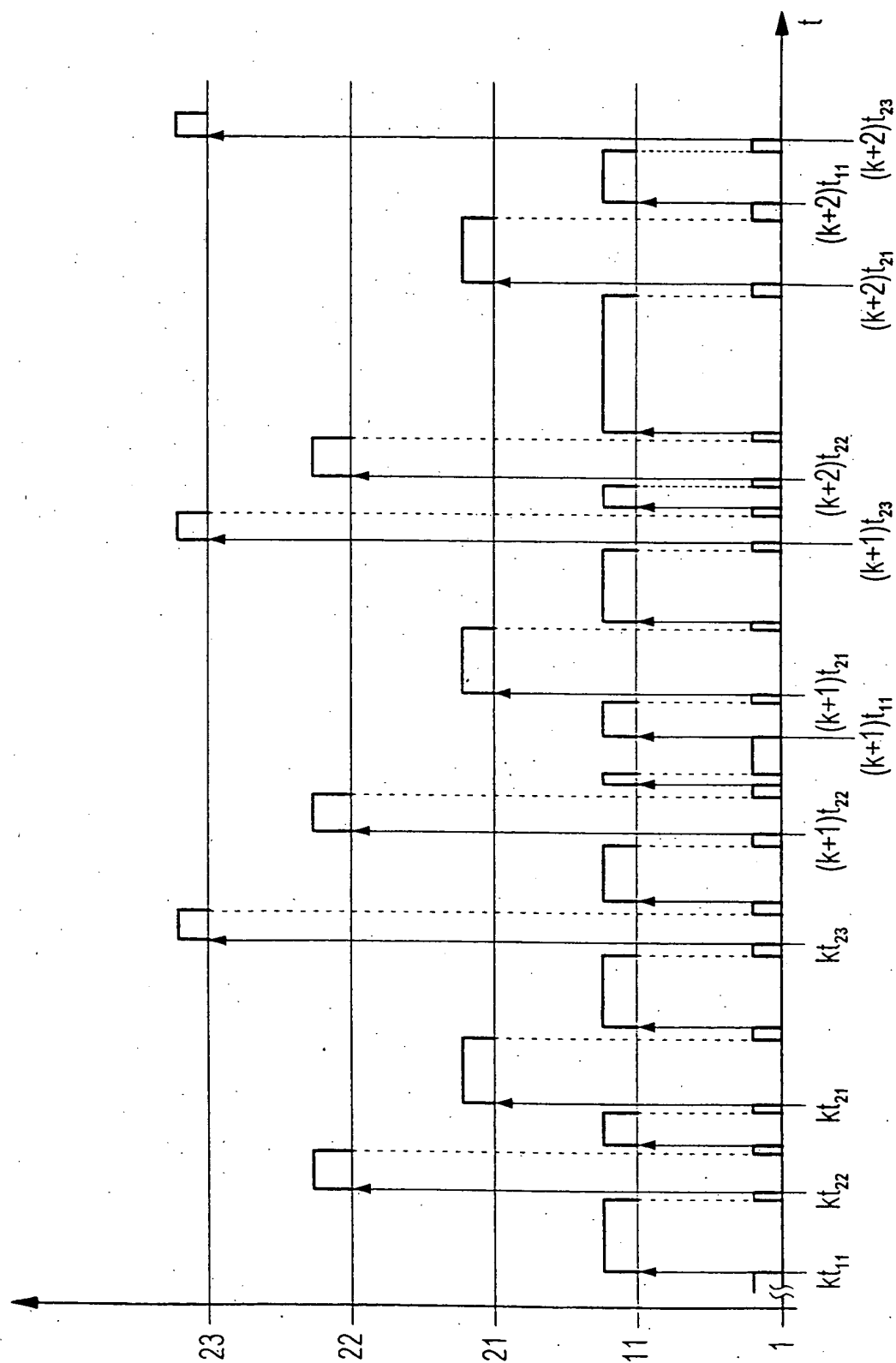


FIG 1

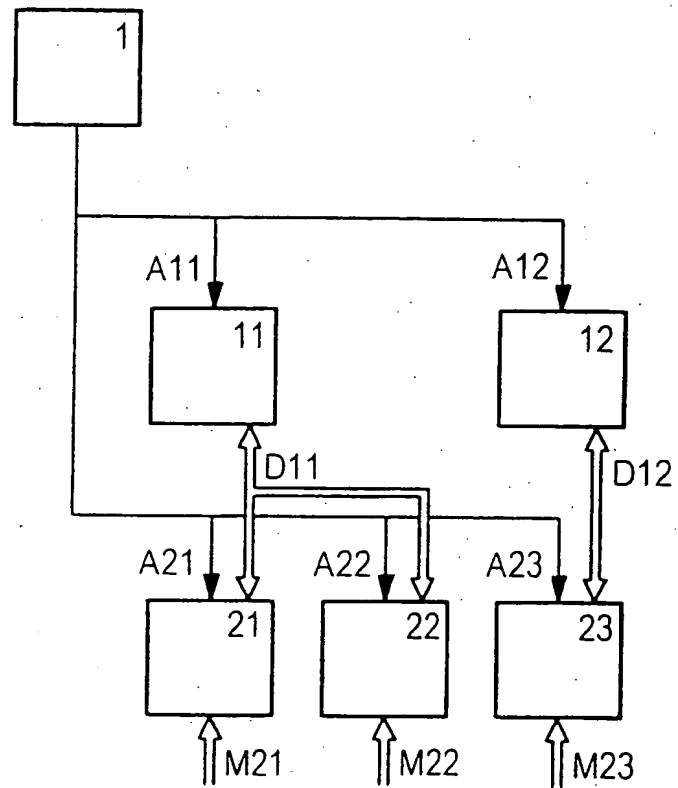


FIG 2

3/4

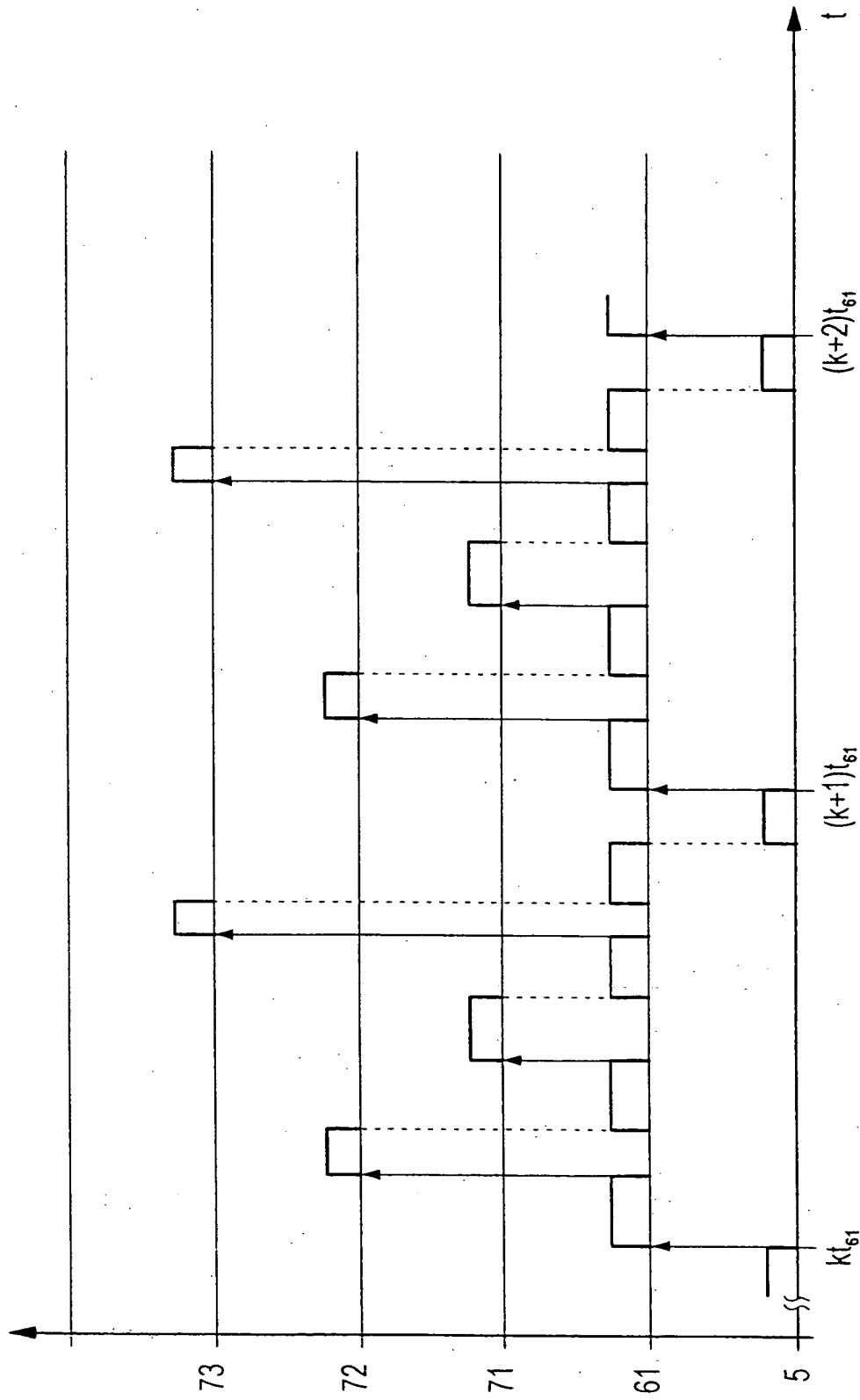


FIG 3

4/4

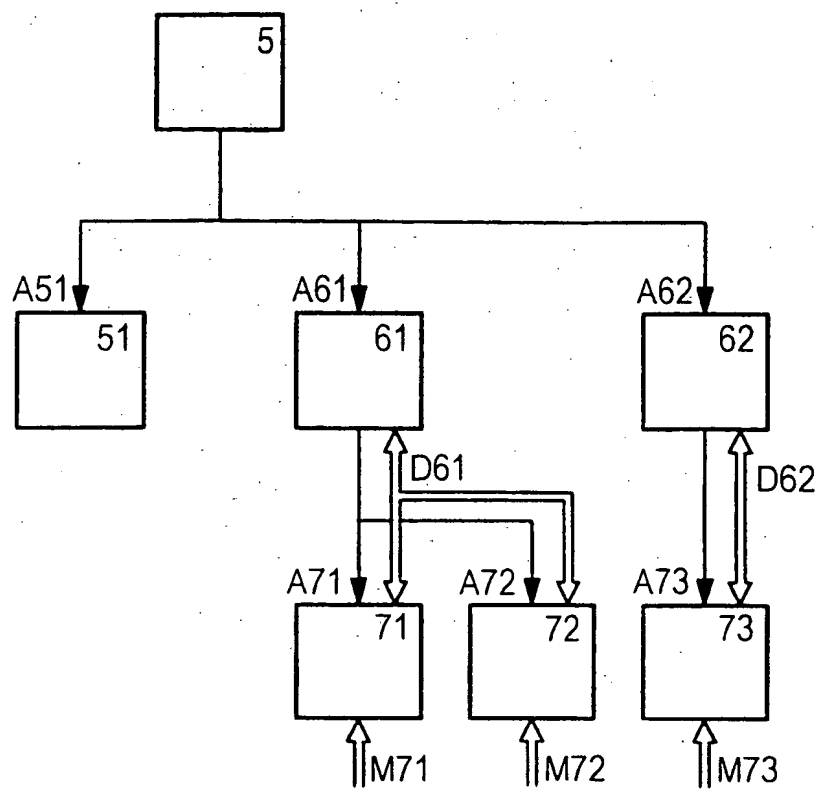


FIG 4

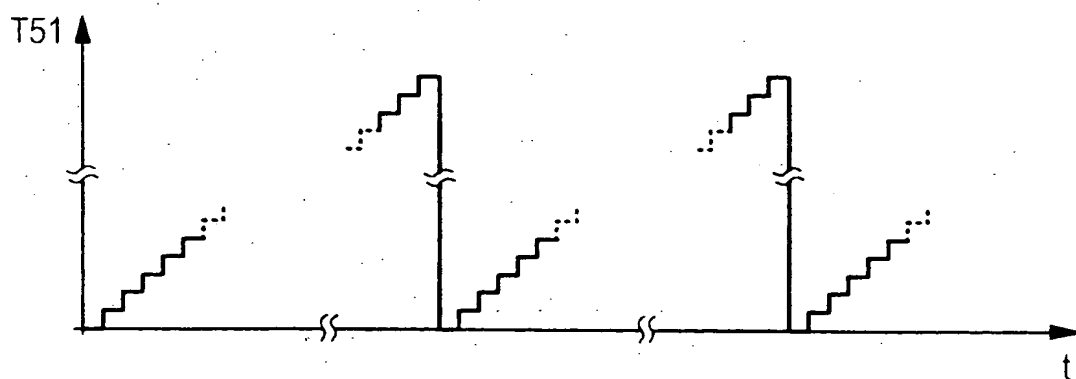


FIG 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. national Application No

PCT/DE 98/00822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G05B19/042

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 44 10 775 A (SIEMENS AG ; BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG (DE); DAIMLER BENZ AG (DE)) 5 October 1995 see column 2, line 20 - column 4, line 48; figures 1-4 -----	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 September 1998

Date of mailing of the international search report

10/09/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nettesheim, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

II. International Application No

PCT/DE 98/00822

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4410775 A	05-10-1995	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00822

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G05B19/042

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 44 10 775 A (SIEMENS AG ;BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG (DE); DAIMLER BENZ AG (DE)) 5. Oktober 1995 siehe Spalte 2, Zeile 20 - Spalte 4, Zeile 48; Abbildungen 1-4 -----	1-12

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. September 1998

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/09/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Nettesheim, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00822

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4410775 A	05-10-1995	KEINE	

THIS PAGE BLANK (USPTO)